

## 核データ部会・炉物理部会合同企画セッション

### (4) 核データ収納フォーマットの処理 (SG-B) と High Priority Request List (SG-C)

日本原子力研究開発機構

深堀 智生

fukahori.tokio@jaea.go.jp

#### 1. はじめに

経済協力開発機構 (OECD) の原子力機関 (NEA) では、本セッションの他の発表者による講演で代表されるように核データに関する種々の問題を国際協力で検討・解決するために、核データ評価国際協力ワーキングパーティー (Working Party on International Nuclear Data Evaluation Cooperation, WPEC) を組織して、活動している。ここでは、特定の核データ評価に関する短期的な問題解決に当たる番号付のサブグループ (SG-1~28) と、長期的に検討しなければならない問題を検討する SG-A~C が設けられている。本報告は、この長期的な問題検討のための SG である核データ収納フォーマットの処理 (SG-B) 及び高優先度核データ要求リスト (High Priority Request List (HPRL)、SG-C) の活動について報告する。なお、SG-A~C の内、実験活動の調整を行う SG-A 及び上記 SG-B は、その役割が完了したとして、終了した。

#### 2. 核データ収納フォーマットの処理 (SG-B)

評価済み核データのフォーマットは、現在、ENDF フォーマットが国際的に広く使用されているが、これは米国の ENDF のためのフォーマットである。世界的に標準化されているが、一国の都合で変更したり変更しなかったりでは利用者が困るので、SG では米国のフォーマット決定機関 (断面積評価ワーキンググループ、Cross Section Evaluation Working Group (CSEWG)) との共同で検討を進めている。

ENDF/B-VII 用の ENDF-7 フォーマットとして、データあたり 11 桁を超えるような大幅なフォーマット改訂を行おうとの動きもあった。しかし、以前のバージョンとの互換性の問題や既存の処理コードに対するインパクトの最小化の問題を考慮すると、ENDF-6 フォーマットは他の要求に対してまだ十分に拡張の余地があるので、形式は維持し、最小限の改訂に抑えることが合意された。過去数年間で発表者が知る限りにおいて、下記のような提案が ENDF-6 フォーマットに追加されることが承認された (下線のものは日

本からの提案である)。

- 遅発中性子の格納に関して、エネルギー依存の時間定数を格納する。
- 現在の Reich-Moore パラメータはモデルを完全に再現していないので、これを再現できるようなフォーマット修正を提案した。これにより、SAMMY 出力を完全に利用できる。この形式は既に NJOY 及び PREPRO で処理できる。
- Kalbach-Mann の系統式の  $f_{MSD}$  だけでなく  $a$  パラメータもファイルに格納可能にする。
- 荷電粒子弾性散乱角度分布を Rutherford 散乱との比で格納する。
- 実験室系または重心系表示に関するフラグの拡張に関しては、MF6 で全ての放出粒子を重心系として与えるフラグ (LCT=4) の定義の提案があった。これに対しては LCT=2 の説明文中に“energy”と“outgoing”という語を追加することで対応することになった。
- MF=8, 9, 10 において安定同位体のデータを格納可能にし、さらに精度を保障するために半減期、Q 値、分岐比の誤差をファイル中に格納する。
- 分離共鳴パラメータに対する共分散行列のコンパクト・フォーマットについての提案を行った。ここでは、MF2/MT151 のすべてのパラメータに対して誤差を格納する。2%以下の相関係数を落とし、0 でない値だけ 2 digits で格納する。Short-range 相関だけでなく、Long-range にまで拡張する。これらの機能は、千葉豪氏（原子力機構）が開発した ERRORJ コードで処理可能である。
- 非分離共鳴パラメータの共分散をエネルギー依存で格納する。
- 表形式で角度分布を与える場合の角度分点数 (MF4 の NP、現在 101)、同位体生成断面積比を与える場合の生成同位体数 (MF6/MT5 の NK) 等の各格納数上限値の拡張に関する提案に関しては、実質的な上限は、今後公開される実際のファイルを見てから決めることで採択された。
- NLIB パラメータ及び参考文献に関する文書に IAEA/NDS からの配布に関する定義を追加することに関するマニュアルの修正要求は採択された。
- マニュアルの Appendix H の Table 2 中の T の質量が違い、 $^3\text{He}$  と  $^4\text{He}$  は最終桁が違うのではないかと指摘した。これは NNDC で対応することとした。

新マニュアル (ENDF-102) は順次改訂され、最新版は [http://www.nndc.bnl.gov/csewg\\_members/ENDF-102/](http://www.nndc.bnl.gov/csewg_members/ENDF-102/) からダウンロードすることができる。ただし、上記すべての改訂がマニュアルに反映されるのは、しばらく先であろう。

### 3. High Priority Request List (SG-C)

HPRL 第1版は、1980年代初頭にNEAの原子炉物理委員会 (Committee on Reactor Physics, NEACRP) 及び核データ委員会 (Nuclear Data Committee, NEANDC) によって編集された。このときの目的は、基本的に原子力工業用の核データ改訂のための指針を与えることで

あり、核データ利用者は核データ測定や評価活動の限られた資源の中で最重要な要求を尋ねられた。これは NEACRP が要求の定義に関して責任を持ち、NEANDC が利用可能な核データや実験の可能性を含めて進捗をレビューするという形で行われた。

一方、国際原子力機関（IAEA）核データセクション（NDS）では、1970 年代から「核データの国際要求リスト（World Request List of Nuclear Data, WRENDA）の作成が進められていた。IAEA/WRENDA にはより多くの核データに対する要求が収められていたが、NEA の委員会では実際に見合った要求と人的及び施設の利用の可能性を考慮した、より選別されたリストが必要であると考えられていた。WRENDA は NEANDC が 1960 年代に作成した初期のリスト（RENDA）の拡張版だったからである。WRENDA は各国の核データ委員会、国際機関及び国際原子炉ドシメトリーワーキンググループのようなワーキンググループによって提出された要求を単に集めたものであったが、HPRL の場合は、要求者（最低限日米を含む西欧諸国）の共通の認識を持ったリストを作成することが目的であった。HPRL 第 1 版ではこれを踏襲するものであったが、各国はそれぞれ異なった優先度を持つようになっていった。例えば、当時、日仏は高速炉の開発を続けていたが、それ以外の国々では核分裂炉技術に関する国際協力計画は二国間協力ですら見あたらなかった。核融合炉開発に関しては、より多くの国際協力が行われているようで、これに対する要求リストは一つのカテゴリーとして独立させることができた。

このような経緯から、現在のような WPEC で検討するように統一されていった。すなわち、国際的に核データ測定施設が予算の都合から閉鎖を余儀なくされている現状を憂慮して、これらを効率的に使用するために HPRL を作成している。この HPRL の目的は、核データ測定、原子核理論及び評価のための実施計画にガイドラインを与えることにある。これに対応して、参加各国にはリスト作成の要求が 1995 年頃から行われてきた。しかし、2002 年には、増大し続けるリストを見て、HPRL の存在意義も含めての議論となった。これに伴い、一年をかけて見直しを行った。日本としては、より高優先度のものに絞り、HPRL の改訂を続けるべきであるという立場を表明していた。2003 年 10 月に NEA 本部で開催された、HPRL の抜本的改訂のための会合で、新フォーマットと HPRL の基準（新 HPRL には感度解析などによるインパクト因子の資料提出を義務づけること、それ以外は General List (GL) とすることなど）のたたき台が確認され、2004 年 5 月の WPEC で正式に新 SG-C の発足と共に確定し、現在に至っている。検討された要求作成ガイドラインの概要は表 1 の通りである。

#### 4.まとめと雑感

本報告では、WPEC における長期的な問題検討のための SG である核データ収納フォーマットの処理 (SG-B) 及び高優先度核データ要求リスト (High Priority Request List (HPRL)、SG-C) の活動について概要を報告した。SG-B では米国 CSEWG との連携で行ったフォー

マツ改定に関し、数年前から現在までに採択されたものもあわせて紹介した。SG-Cでは、核データ要求リストの簡単な歴史、従来から大きく変更のあった HPRL の考え方及び現状での要求に必要な情報等を報告した。

SG-B では、フォーマットの改訂要求に関しては米国 CSEWG に直接検討依頼をすることで、その活動を終了した。実際には WPEC でこれを担当していた IAEA の A. Trkov 氏が本国に帰ってしまい、誰も担当しなくなったことが、本当の理由であると思っている。いずれにしても、評価済み核データファイルのフォーマットを改訂しようと思えば、現状では、CSEWG に検討を依頼するしかない。また、他国からの変更の状況を知るためにも CSEWG 会合の内容をできる限り観察・検討しておくことが重要であると思われる。

以前の HPRL は、基本的に各国からの要求の単なる寄せ集めであった。このため、新 HPRL への改訂が提唱されたのであるが、上述したように、あまりにも厳しい情報提供の要求により、現状では HPRL には 8 件（内、検討中が 4 件）しか入っておらず、発表者が見るにそれほど重要かどうか疑問が残る内容となっている。このため、要求情報の内容をもう少し緩やかにしてはどうかと思う。今後、こういった提案を SG-C にしていきたいと考えている。

#### 関連 URL

- 1) WPEC: <http://www.nea.fr/html/science/wpec/>
- 2) HPRL: <http://www.nea.fr/html/dbdata/hprl/>
- 3) CSEWG: <http://www.nndc.bnl.gov/csewg/>
- 4) ENDF マニュアル: [http://www.nndc.bnl.gov/csewg\\_members/ENDF-102/ENDF-102.pdf](http://www.nndc.bnl.gov/csewg_members/ENDF-102/ENDF-102.pdf)(時間がかかるので注意)

表 1 HPRL の要求作成ガイドライン

#### 要求リストの分類

要求リストは基本的にいわゆる「高優先度要求リスト (HPRL)」と「一般要求リスト (GL)」に分類される。また、要求リストの内、既に要求精度を満たしているもののリストを記録として残し、重複を避けるように配慮する。この要求提案は、その目的を明確にし、十分に限定的でなければならない。ひとつの要求は 1 核種に対する 1 反応の限られたエネルギー範囲に対するものであることが必要である。

表1 HPRLの要求作成ガイドライン(続き)

**要求リストに記述する情報**

以下に要求リスト中に記述される情報を概説する。**\***の付いたものを要求者が準備する。その他の情報は、レビューアやSG-Cメンバーが適宜追記する。

- **ID番号**：要求ごとに割り当てられる番号。
- **同位体名、原子番号、質量数\***：例えば、 $^{12}\text{C}$ のように核種を特定する。
- **反応または過程\***：例えば、中性子入射核分裂反応、中性子捕獲反応、遅発中性子放出等の反応名または過程名を記述する。
- **エネルギー範囲\***：実験室系での入射粒子エネルギーの範囲。
- **放出角度またはエネルギー範囲\***：微分または二重微分断面積を要求する場合の二次粒子の角度またはエネルギー範囲。
- **要求精度\***：%で示す要求精度。たとえ実際に必要な精度であっても、非現実的な要求精度は受付けない。この判断はSG-Cで行う。広いエネルギー範囲にわたって単一の要求精度を記述された場合は、SG-Cで判断し、受付けない場合もある。
- **誤差または共分散データの必要性\***：共分散データが必要な場合はそのように記述する。もし共分散の記述がなければ、自動的に誤差データのみと解釈される。
- **要求の形式\***：「測定」もしくは「評価」に関するものかを記述する。
- **利用分野\***：どの分野からの要求であるか、例えば、Gen-IVやLWR等を記述する。これはHPRLにとって重要な情報である。
- **プロジェクト(可能であれば)\***：要求提案が特定の利用分野における研究プロジェクトに直接関連する場合、それを記述する。
- **正当な提案であることを示す文書\***：要求が提案される理由を明確に説明する。要求がGLでなくHPRLの場合は特に重要である。明確に重要性が示されていれば、レポートや論文で代用しても良い。
- **インパクトを示す文書\***：上記と同様にHPRLには必須の情報である。要求提案中の要求精度が満たされた場合の与える影響(インパクト)を定量的に記述する。
- **要求者情報\***：要求者の氏名、所属、連絡先を記述する。
- **要求日国名または国際機関名\***：要求提出元を記述する。
- **備考\***：これには種々の追加情報(関連URL等)を記述できる。
- **コメント**：関連する情報を記載する。
- **状況**：要求に関する現状等を記載する。
- **SG-Cコメント**：SG-Cによるコメント。